

Demarcación de Pavimentos

Corresponde a la línea o inscripción aplicada sobre la superficie de la calzada con fines informativos, preventivos y/ o reguladores del tránsito.

El fortalecimiento de la seguridad vial, implica adoptar posiciones cada vez más exigentes, mejorando tanto las especificaciones, el control de la calidad de los productos y su aplicación.

Antecedentes

El comportamiento de la señalización vial depende de :

- Tipo y cantidad de tráfico.
- Ubicación de la línea
- Tipo de superficie sobre la cual se aplica.
- Características del material
- Clima.
- Condiciones ambientales próximas a la vía.

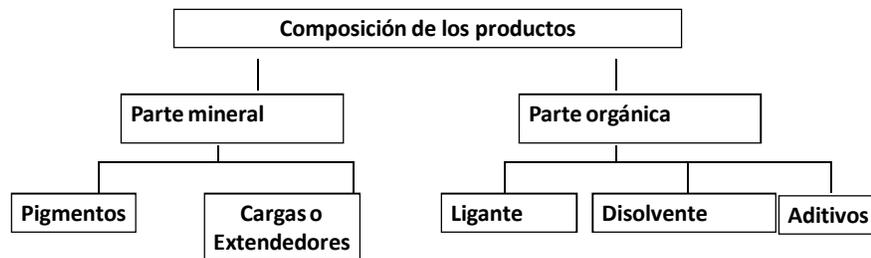
Para seleccionar el material a demarcar es importante conocer:

- **Tráfico:** Volumen de tráfico (TMDA).
- **Ubicación de la línea:** Línea de eje o separación de pistas de circulación, presentan mayor desgaste que las líneas lateral izquierda , en vías de doble calzada.
- **Ancho de la calzada y sentido del tránsito:** Un solo sentido tiene menor desgaste que uno de doble sentido.
- **Sustrato:** Depende si es pavimento de hormigón o tipo asfáltico y de este, si carpeta asfáltica o tratamiento superficial u otro (textura)

Evaluated los datos anteriores se debe tener en cuenta los siguientes criterios

- Característica de los materiales
- Clasificación de los materiales
- Aplicación de los materiales
- Requisitos de las demarcaciones
- Característica de los equipos
- Dosificación adecuada

Características de los Materiales



- **PIGMENTOS:**

Dan el color, y poder cubriente.

Blanco : TiO_2

Amarillo : Cromato de Plomo

Anaranjado: Molibdato de plomo

- **CARGAS :**

Es el relleno, no da color pero afecta, da la consistencia, resistencia a la abrasión y al deslizamiento.

Cuarzo, CaCO₃, Barita, Talco, Microesferas de vidrio.

Tamaño entre 10 - 600 micras.

- **LIGANTE:**

Resina y plastificante

Permite la cohesión de partículas y adherencia al sustrato.

De este depende :

Adherencia

Envejecimiento

Resistencia al desgaste

- **DISOLVENTE:**

Mantiene los materiales en estado líquido, hasta su aplicación, proporciona la viscosidad adecuada para aplicarla.

- **ADITIVOS:**

Sustancias que se añaden en pequeña cantidad usadas para el buen comportamiento del producto
(secativos, inhibidores de formación de piel antiespumante, etc.)

Clasificación de los Materiales

- **Pinturas** : *secado físico*: (acrílicas)
secado físico - químico: (alquídicas con caucho clorado)
- **Termoplásticos** : Son de aplicación en caliente, fluidifican con el calor.
- **Plásticos en frío de dos componentes**: En base a resinas como Metacrilato de metilo que polimeriza con peróxido orgánico.
- **Materiales preformados.**
- **Microesferas de vidrio.**

REQUISITOS DE LOS MATERIALES

PINTURAS

Requisitos

- **Color (x, y) :**
Debe encontrarse dentro del polígono del color establecido y mantenerse durante toda la vida útil.
- **Factor de luminancia :**
Da la relación entre el flujo luminoso reflejado de una muestra y el de un patrón de óxido de magnesio, lo que se traduce en una diferencia de claridad en el color.

- **Resistencia al sangrado :**
Reacción que sucede entre el asfalto y el solvente de la pintura produciendo en la superficie un descoloramiento o teñido.
- **Tiempo de secado:**
Mide el tiempo que demora el producto en secarse. Este debe ser el menor posible para así dar a tránsito.
- **Estabilidad en el envase:**
Establece la estabilidad del producto, mediante la evaluación del grado de sedimentación de una muestra previamente acondicionada.

- **Envejecimiento artificial acelerado:**

Se simula en ciclos alternos el deterioro causado por el agua y la energía ultravioleta de la luz solar.

- **Poder cubridor:**

Determina la capacidad de una película de pintura de cubrir el color de la superficie de contacto.

Se determina mediante el contraste de la película de pintura colocada sobre cuadro negro y cuadro blanco.

- **Flexibilidad:**

Entrega la capacidad de una película seca de producto de ajustarse a las deformaciones del sustrato.

- **Adherencia:**

Determina la adhesión de un producto sobre un sustrato.

PINTURAS

Requisitos de Homogeneidad

Toda muestra tomada ya sea del envase o del estanque de aplicación no deben variar sus características respecto a lo ofrecido por el fabricante en más de las unidades que se indican en los siguientes ensayos:

Color

Factor de luminancia

Consistencia

Contenido de sólidos

Tiempo de secado

Poder cubriente

Densidad relativa

TERMOPLÁSTICOS

-Requisitos

Color

Factor de luminancia

Punto de ablandamiento

Temperatura de inflamación

Resistencia al flujo

Estabilidad al calor

Envejecimiento artificial acelerado

-Requisitos de homogeneidad

Color

Factor de Luminancia

Envejecimiento Artificial Acelerado

Estabilidad al calor

PLASTICOS EN FRIO DE DOS COMPONENTES

-Requisitos Básicos

Color
Factor de Luminancia
Tiempo de secado
Envejecimiento artificial acelerado

-Requisitos de homogeneidad

Color
Factor de luminancia
Tiempo de secado
Densidad relativa

MICROESFERAS DE VIDRIO

Fenómeno de la Retrorreflectancia

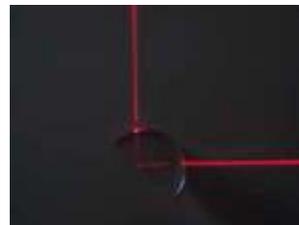
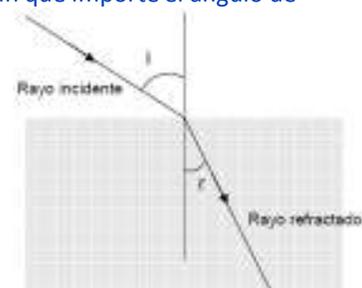
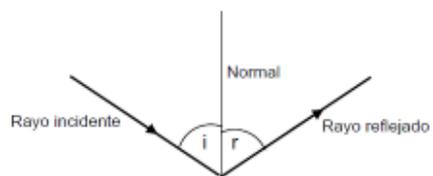
Microesferas de vidrio

Son Pequeños elementos catadióptricos, que unidos al producto, permiten que la demarcación sea visible cuando es iluminada por las luces del vehículo.

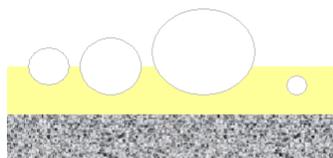


Retroreflectancia

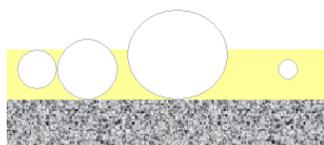
La retroreflexión es la capacidad que tienen algunas superficies de reflejar la luz de vuelta hacia la fuente, sin que importe el ángulo de incidencia original.



Sembrado de microesferas de vidrio



Colocación Correcta



Colocación Incorrecta

Microesferas de Vidrio

-Requisitos Básicos:

Índice de Refracción:

Método según 8.602.15. Deberá ser mayor o igual a un valor de 1.5. Valores mayores pueden dar mejor retrorreflectancia pero el costo es muy elevado.

Microesferas Defectuosas:

Método según 8.602.13. El contenido debe ser menor a un 20%. Estas deben ser esféricas y transparentes.

Microesferas de Vidrio

-Requisitos Básicos:

Resistencia a agentes químicos:

Método según 8.602.14. No deben presentar defectos después de haber sido tratadas con agua, solución ácida 0,1N y solución 1N de cloruro cálcico.

Granulometría:

Deberán cumplir con las bandas granulométricas exigidas en la Tabla 8.601.1.C.

Bandas Granulométricas

Malla N°	Abertura mic	Porcentaje que pasa		
		I %	II %	III %
20	850	-	100	98 – 100
30	600	-	80 – 100	75 – 95
50	300	100	20 – 50	9 – 35
70	212	90 - 100	-	-
140	106	10 – 55	0 – 10	0 – 5
200	75	-	0 – 2	-
230	63	0 - 10	-	-

Banda I: Para incorporar en pinturas previo a su aplicación.

Banda II: Para incorporar en el material termoplástico o sembrar en pinturas y plásticos en frío.

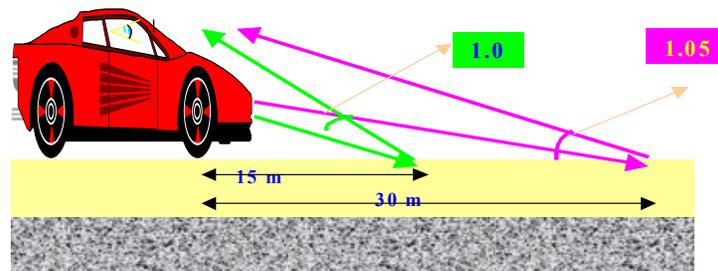
Banda III: Para sembrar en termoplásticos.

Requisitos de la Marcas Viales

Visibilidad Nocturna

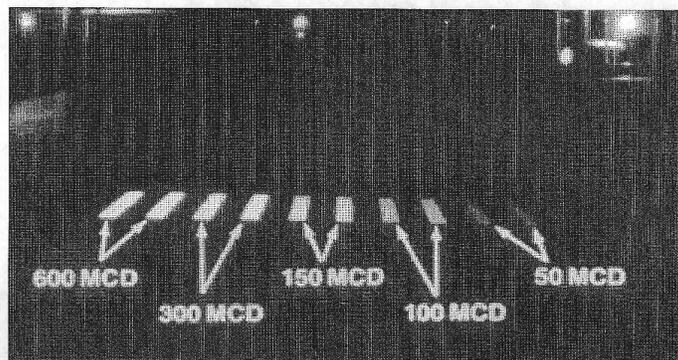
Geometría	Tiempo (días)	Retroreflectancia (mcd/lux m ²)	
		Blanca	Amarilla
3.5 – 4.5	30	≥ 300	≥ 180
3.5 – 4.5	180	≥ 230	-
3.5 – 4.5	final	120	95
1.24 – 2.29	30	≥ 200	≥ 120
1.24 – 2.29	180	≥ 150	-
1.24 – 2.29	final	90	70

Geometría de los Equipos



Niveles de Retrorreflectancia

NIVEIS DE RETRORREFLETIVIDADE



Requisitos de la Marcas Viales

Visibilidad Diurna

- **Color** : Coordenadas cromáticas dentro del polígono
- **Factor de luminancia** >0.4 (blanco)
- **Relación de contraste** ≥ 1.7
- **Resistencia al deslizamiento**

Requisitos de la Marcas Viales

Visibilidad	Coordenadas Cromáticas de los vértices del polígono de color			1	2	3	4
		Diurna		Blanca	X	0.355	0.305
Y	0.355				0.305	0.325	0.375
Amarilla	X			0.494	0.545	0.465	0.427
	Y			0.427	0.455	0.535	0.483

Diagrama de cromaticidad CIE

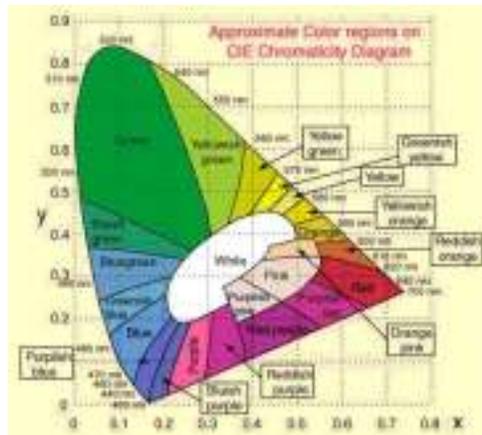
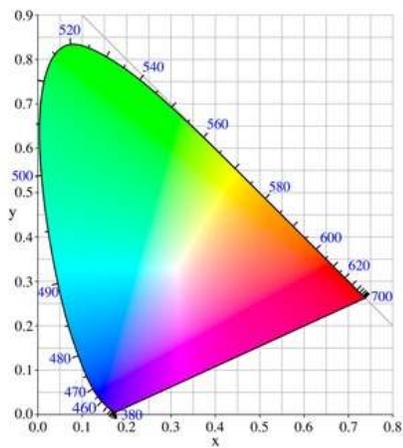


Diagrama de Color

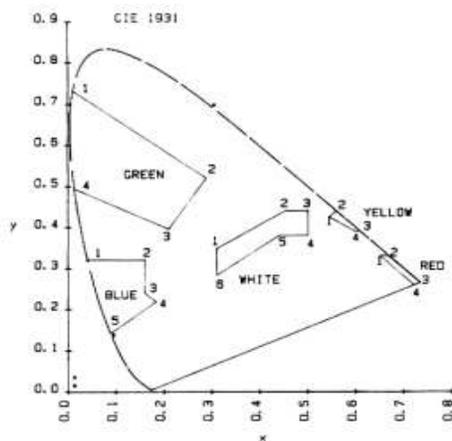


FIGURA E.601.1.A

(Referencia: ASTM D-4280-96 Specification for Extended Life Type, Nonplowable, Prismatic, Raised, Retroreflective Pavement Markers)

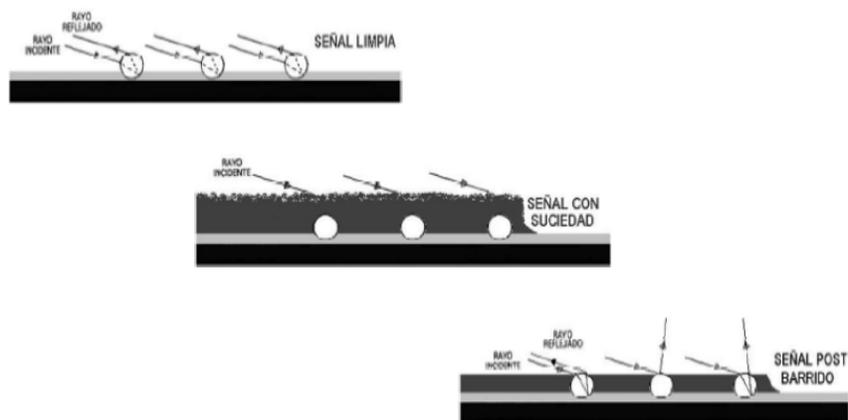
Causas del deterioro de la Demarcación Vial

- Suciedad emanada por los alrededores de la marcación.
- Problemas de escurrimiento de las aguas pluviales contaminadas, debido a malos drenajes.
- Presencia de aguas pluviales no contaminadas no provocan daños sobre la señal.

Causas del deterioro de la Demarcación Vial

- Los sólidos generan abrasión, produciendo la destrucción y desprendimiento de las microesferas de la película de la pintura.
- Los agentes químicos generan una película que promueve el anclaje de la suciedad y dificulta la incidencia de la luz o atenúa la luz reflejada.

Deterioro de la Reflectancia



Dosificación de los Materiales

5.704.303 Dosificación de los Materiales

La cantidad de material a utilizar en las demarcaciones dependerá del tipo de material empleado. Sus valores serán los estipulados en la Tabla 5.704.303.A. Eventualmente, se podrán aceptar dosificaciones diferentes propuestas previamente por el Contratista y aceptadas por el Inspector Fiscal, a fin de mejorar la calidad y durabilidad en el tiempo de la marca resultante.

**TABLA 5.704.303.A
DOSIFICACIÓN DE MATERIALES**

MATERIAL	MÉTODO	MATERIAL BASE (g/m ²) *	MICROESFERAS INCORPORADAS EN MATERIAL BASE (g/m ²)	MICROESFERAS POR SEMBRADO (g/m ²)
Pintura	Pulverización	720	150	480
Termoplástico	Zapatón	6.000	1.800	600
	Extrusión	6.000	1.800	600
	Pulverización	3.000	900	600
Plástico en Frio de dos Componentes	Pulverización	1.200	-	600
	Extrusión	3.700	-	600

* Incluye las microesferas incorporadas

Consideraciones para la Aplicación

Una vez definido el material de acuerdo a las condiciones climáticas, de sustrato, de tránsito se debe cuidar lo siguiente:

- Recomendaciones de aplicación de acuerdo a condiciones climáticas.
- Condiciones de medio ambiente y entorno inmediato.
- Verificar la compatibilidad con demarcación existente.

Compatibilidad de Productos

Material base	Pintura acrílica base solvente	Plástico de aplicación en frío dos componentes	Termoplástico de aplicación en caliente	Cintas prefabricadas	Pintura acrílica modificada	Pintura acrílica modificada
Material Nuevo						
Pintura acrílica base solvente	Excelente	Buena	Baja	Buena	Baja	Buena
Plástico de aplicación en frío dos componentes	Buena	Excelente	Nula	Buena	Buena	Buena
Termoplástico de aplicación en caliente	Baja	Baja	Excelente	Baja	Baja	Baja
Cintas prefabricadas	Nula	Nula	Nula	Excelente	Nula	Nula
Pintura acrílica modificada	Buena	Buena	Baja	Buena	Excelente	Buena
Pintura acrílica modificada	Buena	Buena	Excelente	Baja	Buena	Excelente

• Condiciones del pavimento:

- Un pavimento asfáltico recién hecho no se debe pintar de inmediato.
- El uso de aceites o detergentes en los rodillos de compactación produce un efecto desmoldante y pérdida de adherencia, se detecta por el brillo o formación de espuma al mojar el sustrato.
- Hay que asegurar la buena limpieza, si es necesario con agua a presión, especialmente en superficies muy rugosas.

- En pavimentos de hormigón antiguo con piedra a la vista y en adoquines se debe realizar una imprimación previa.
- Lo mismo ocurre con aplicación de termoplásticos.

- **Condiciones del clima en el producto**

Hay que considerar las variaciones de temperatura en la viscosidad del producto, por lo que hay que verificar los espesores en forma periódica.

Controles

- Se debe controlar las condiciones de aplicación (clima, temperaturas, humedad, limpieza etc.)
- Espesores.
- Dosificación
- Geometría
- Una vez colocada:
 - Retrorreflectancia
 - Color y Factor de luminancia
 - Resistencia al deslizamiento.

Control de Retrorreflectancia

- ⦿ Control independiente por línea
- ⦿ Previo limpiar con escobilla
- ⦿ Realizar la medición en el sentido del tránsito. El eje en calzadas bi-direccionales se mide en ambos sentidos.
- ⦿ No se puede medir en calzadas húmedas.
- ⦿ No se deben considerar las medidas en aquellos sectores que se detecten anormales.
- ⦿ Cuando existan dos líneas se medirá cada una en el sentido del tránsito que le corresponda, evaluándose por separado.

MEDICIÓN DISCONTINUA

- ⊙ El número de puntos a medir dependerá de la cantidad de kilómetros.
- ⊙ Si el tramo a medir es menor o igual a 2 km se deben tomar como mínimo 10 puntos.
- ⊙ Si el tramo a medir es mayor a 2 Km y menor a 10 Km se hacen mediciones de acuerdo a la siguiente [tabla 1](#) y de acuerdo al siguiente método:
 - Se divide el número de puntos a medir de la tabla por 10 lo que determina el número de sectores Nt
 - Se ubican al azar los sectores a inspeccionar y se distribuyen en la forma más homogénea.

- Cada sector tiene un largo constante de 100 m.
- En cada sector se registran 10 mediciones.

- ⊙ Si el tramo a medir es \geq a 10 Km se divide por sectores de 200 m y se determina el N° de sectores de la siguiente manera:
 - Se divide el largo total del tramo por 200, esto determina el N° de sectores totales (Nt).
 - Se determina el número de sectores que se va a muestrear (T) dividiendo el largo total del tramo por 5000 redondeando al entero superior.

- Se calcula la distancia entre cada sector dividiendo N_t por T y se multiplica por 100 obteniéndose la distancia en metros.
- El primer punto de medición se elige al azar debiendo ser este un múltiplo de 200.
- Cada sector tiene un largo constante de 200 m. Y en cada uno se deben realizar 20 mediciones distribuidas en forma homogénea.

Ejemplo 1

- Camino de un largo de 25 kilómetros:
 - $25000/200 \Rightarrow N_t = 125$ sectores totales
 - $25000/5000 \Rightarrow T = 5$ sectores a controlar
 - Km de inicio al azar : 6
 - Distancia entre sectores: 2500 m
6000 – 8500 – 11000 – 13500 – 16000
 - Cada sector es de 200 m y se hacen 20 mediciones

MEDICIÓN CONTINUA

Laserlux CEN 30



Laserlux CEN 30

- El sistema objetivamente mide la retrorreflectancia de pavimentos.
- Proporciona la medición del pavimento en tiempo real que marca la reflectividad y puede ser usado día o noche en velocidades de tráfico variables.
- Controlado por computador.
- Utiliza Norma ASTM E1710.
- Peso del Equipo: 22kg.
- Medidas reales a alta velocidad.
- Fuente de láser HeNe.
- Anchura de exploración de 1.1 mts.
- Más de 700 mediciones por kilómetro a 100 kilómetros por hora.

Características

- Controlado por computador.
- Utiliza Norma ASTM E1710.
- Peso del Equipo: 22kg.
- Medidas reales a alta velocidad.
- Fuente de láser HeNe.
- Anchura de exploración de 1.1 mts.
- Más de 700 mediciones por kilómetro a 100 kilómetros por hora.

Características

- ⦿ Rango de Temperatura de funcionamiento: 2°C a 43°C.
- ⦿ Rango de Humedad de funcionamiento : 5% a 95%.
- ⦿ GPS incorporado para localización del vehículo y los datos de banda.
- ⦿ Usa Windows 98/ME/NT/2000/XP.

Equipo montado a ambos lados



Cámaras y Rack de Operaciones

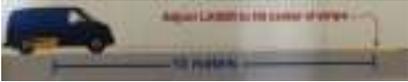


Traslado y Tabla de Calibraciones

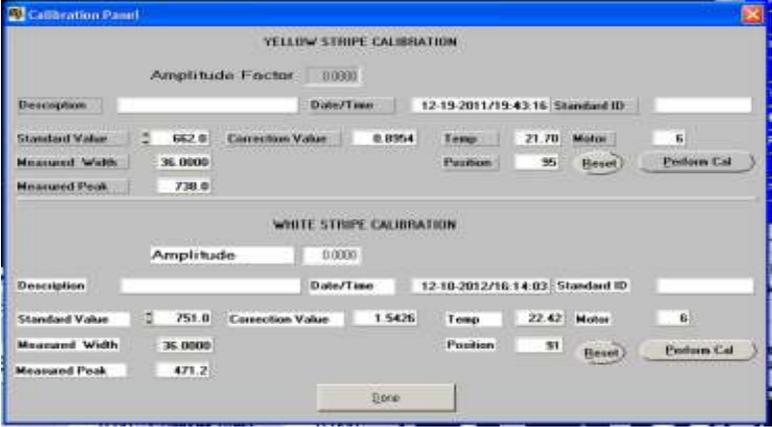


Calibraciones y/o Verificaciones

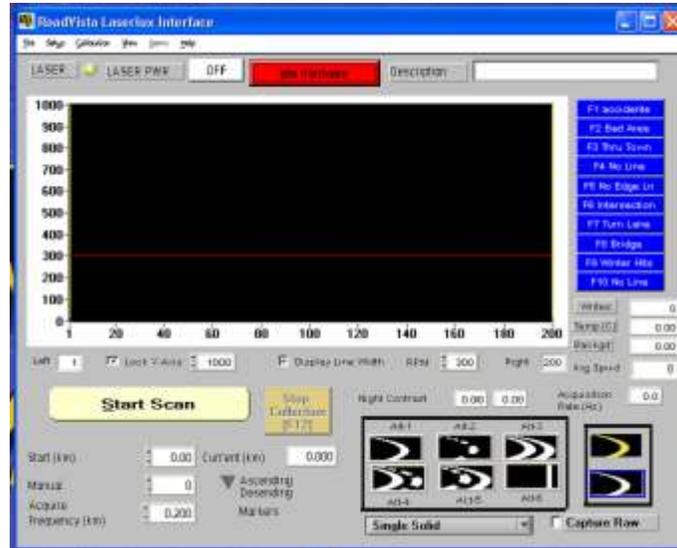
- Calibración Rutinaria
- Calibración de Odómetro
- Verificación posicionamiento del laser



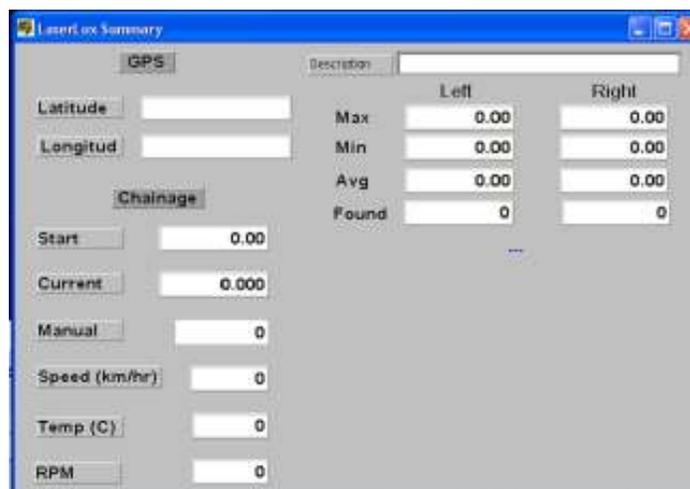
+ Calibración Placas Blanca y Amarilla.



Programa Laserlux



Resumen de Operaciones





Kilómetros N°	Cantidad de puntos a medir
2	10
4	30
6	40
8	50
10	60

[volver](#)